

LESZEK BUJOCZEK, MAŁGORZATA BUJOCZEK

Zasoby oraz zróżnicowanie martwego drewna w uroczysku Wapienny Las w Nadleśnictwie Polanów

Quantity and diversity of deadwood in the Wapienny Las forest

ABSTRACT

Bujoczek L., Bujoczek M. 2016. Zasoby oraz zróżnicowanie martwego drewna w uroczysku Wapienny Las w Nadleśnictwie Polanów. Sylwan 160 (6): 482-491.

Managed forests, which account for the vast majority of woodland areas in Poland, play a major role in preserving biodiversity. The objective of this work was to determine the diversity of woody microsites in a managed forest covering 27 ha of land in Polanów Forest District (north-western Poland). The study was conducted in 2014 on 20 sampling plots with an area of 0.04 ha each. An inventory of deadwood was conducted involving standing dead trees, snags, stumps, and lying deadwood with a diameter of at least 7 cm (in the case of standing deadwood, the diameter was measured at breast height). Deadwood was classified according to a five-level decay scale. The studied forest was found to contain an average of 26.9 m³/ha of deadwood from several tree species. Lying deadwood accounted for 17.3 m³/ha, standing dead trees for 0.9 m³/ha, snags for 4.9 m³/ha, and stumps for 3.8 m³/ha. Deadwood in all decay stages was identified. The most abundant category of deadwood was moderately decomposed wood in decay stage III (31.3%), followed by decay stage II (24.4%), and decay stage IV (19.7%). Deadwood (both standing and lying) was also very diverse in terms of piece diameters. The diameter at breast height of standing dead trees was up to 26 cm, and that of snags up to 50 cm. The thickest pieces of lying deadwood were 48 cm in diameter. However, pieces of less than 35 cm in diameter accounted for 96% of the total volume of lying deadwood. The volume of deadwood in the studied forest stand was very large, much higher than the average for Polish forests in general (5.8 m³/ha). Deadwood was highly varied and contributed to a substantial diversity of organisms that depend on it, as shown by previous research. Wapienny Las is an example of a managed forest that plays an important role in preserving woodland biodiversity.

KEY WORDS

coarse woody debris, snag, volume, decay stage, size classes, managed forest, biodiversity

ADDRESSES

Leszek Bujoczek ⁽¹⁾
Małgorzata Bujoczek ⁽²⁾ – e-mail: bujoczek.m@gmail.com

⁽¹⁾ Zakład Urządzania Lasu, Geomatyki i Ekonomiki Leśnictwa, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie; al. 29 Listopada 46, 31-425 Kraków

⁽²⁾ Zakład Bioróżnorodności Leśnej, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie; al. 29 Listopada 46, 31-425 Kraków

Wstęp

Miąższość martwego drewna w lasach Polski wynosi średnio 5,8 m³/ha [Wielkoobszarowa... 2014]. Zasoby te są zróżnicowane przestrzennie, zarówno w lasach o funkcjach produkcyjnych, jak i na

terenach chronionych. W lasach gospodarczych decyzja o ilości pozostawianego martwego drewna należy do zarządcy terenu, czyli nadleśniczego [Instrukcja... 2012]. Dotychczasowe badania wykazały jednak, że istotne znaczenie w kształtowaniu zróżnicowania zasobów martwego drewna mogą mieć także funkcje lasów, wiek drzewostanów, warunki siedliskowe i terenowe [Wolski 2003; Czerepko 2008; Banaś i in. 2014; Bujoczek i in. 2016]. Obecnie miąższość martwego drewna w lasach gospodarczych określana jest na kilka m³/ha [Wielkoobszarowa... 2014]. Badania w rezerwach przyrody [Karczmarski, Bąk 2010; Pawicka, Woziwoda 2011] i parkach narodowych [Jaworski, Podlaski 2007; Karczmarski 2007; Karczmarski, Zygarowicz 2007; Figarski i in. 2014] wykazują najczęściej od kilkudziesięciu do kilkuset m³/ha, w zależności od formy ochrony, składu gatunkowego i fazy rozwoju drzewostanu, warunków siedliskowych czy tempa dekompozycji poszczególnych gatunków.

Ilość martwego drewna pozostająca w lesie jest tylko jednym z aspektów gospodarowania tymi zasobami. Liczne opracowania wyraźnie pokazują, że poza miąższością znaczenie ma także jakość martwego drewna, czyli jego forma (stojące lub leżące), gatunek, wymiary drzew oraz stopień ich dekompozycji, który decyduje o właściwościach fizykochemicznych drewna [Walaniewicz i in. 2002; Gutowski i in. 2004; Kuś, Kuś 2004; Skubała, Maślak 2009]. Każde z tych mikrosiedlisk stanowi środowisko życia, miejsce schronienia lub źródło pokarmu licznej grupy organizmów, często bardzo wąsko wyspecjalizowanych [Gutowski 2006; Bochynek, Drozdowicz 2011; Kacprzyk i in. 2014; Orczewska, Depa 2014; Wierzgoń, Fojcik 2014]. Bogactwo mikrosiedlisk tworzonych przez obumarłe drzewa można obserwować już na stosunkowo niewielkich obszarach chronionych. Sprzyja temu urozmaicony skład gatunkowy, zróżnicowana struktura grubości drzewostanu oraz obumieranie grup lub pojedynczych drzew w różnych okresach czasu. Zjawisko to prowadzi do powstawania luk w drzewostanach, różniących się między sobą obecnością drewna o różnym stopniu zaawansowania rozkładu [Holeksa 1998; Dobrowolska 2006].

Powierzchnia, jaką zajmują lasy zagospodarowane, sprawia, że stanowią one ważne ogniwo w utrzymaniu bioróżnorodności. Istotną rolę odgrywa tu martwe drewno, które jednak pod względem jakościowym jest ciągle słabo scharakteryzowane. Celem pracy jest więc opis cech takich mikrosiedlisk w wybranym obiekcie lasów gospodarczych.

Materiał i metody

Badania prowadzono w Nadleśnictwie Polanów, w oddziale 664 o powierzchni 27 ha, zwanym uroczyskiem Wapienny Las (N 54°00'04,8", E 16°42'51,9"; 90-140 m n.p.m.). Specyficzna budowa geologiczna, ze stromymi stokami morenowymi, źródłiskami węglanowymi i wypłaszczeniami przy dolinie rzeki Debrzyca, sprawia, że jest to teren bogaty w osobliwości przyrodnicze. Zwraca uwagę mozaikowość warunków siedliskowych. W uroczysku można wyróżnić gleby: brunatne rdzawe, parareżdziny, mułowe, gruntowoglejowe, murszowate oraz industrioziemne [Wanic i in. 2012]. Analiza fitosocjologiczna wykazała występowanie zbiorowisk: ciepłolubnej buczyny storczykowej, żyznej buczyny pomorskiej, łągu olszowego źródłiskowego, trudnych do zaklasyfikowania olszyn z występującymi licznie turzycami oraz zbiorowisk z rzędu *Fagetalia sylvaticae* w stadiach sukcesyjnych [Piątek 2012]. Dotychczasowe obserwacje mykologiczne ukazały na tym terenie korzystne warunki rozwoju dla saprotrofów nadrewnowych [Kudławiec i in. 2014]. Spośród 46 taksonów znalezionych na drewnie osiem jest ujętych na Czerwonej liście grzybów wielkoowocnikowych Polski [Wojewoda, Ławrynowicz 2006], pięć to gatunki rzadko notowane w Polsce, a dwa – *Phleogena faginea* (Fr.) Link i *Flammulaster muricatus* (Fr.) Watling – to relikty puszczańskie [Kudławiec i in. 2014]. Na murszejącym drewnie odnotowano także wątrobowce, np. *Nowellia curvifolia* (Dicks.), oraz kilka nieczęsto spotykanych mchów [Rusińska i in. 2010]. Spośród zwierząt stwierdzono występowanie rzadkich gatunków chrząszczy saproksylicznych,

m.in. *Orchesia undulata* (Kraatz) i *Wanachia triguttata* (Gyll.) [Plewa, Jaworski 2011]. Obserwowano także dziuplaki pierwotne, jak i wtórne, m.in. *Dryocopus martius* L. czy *Ficedula parva* Bechstein [Bujoczek 2012].

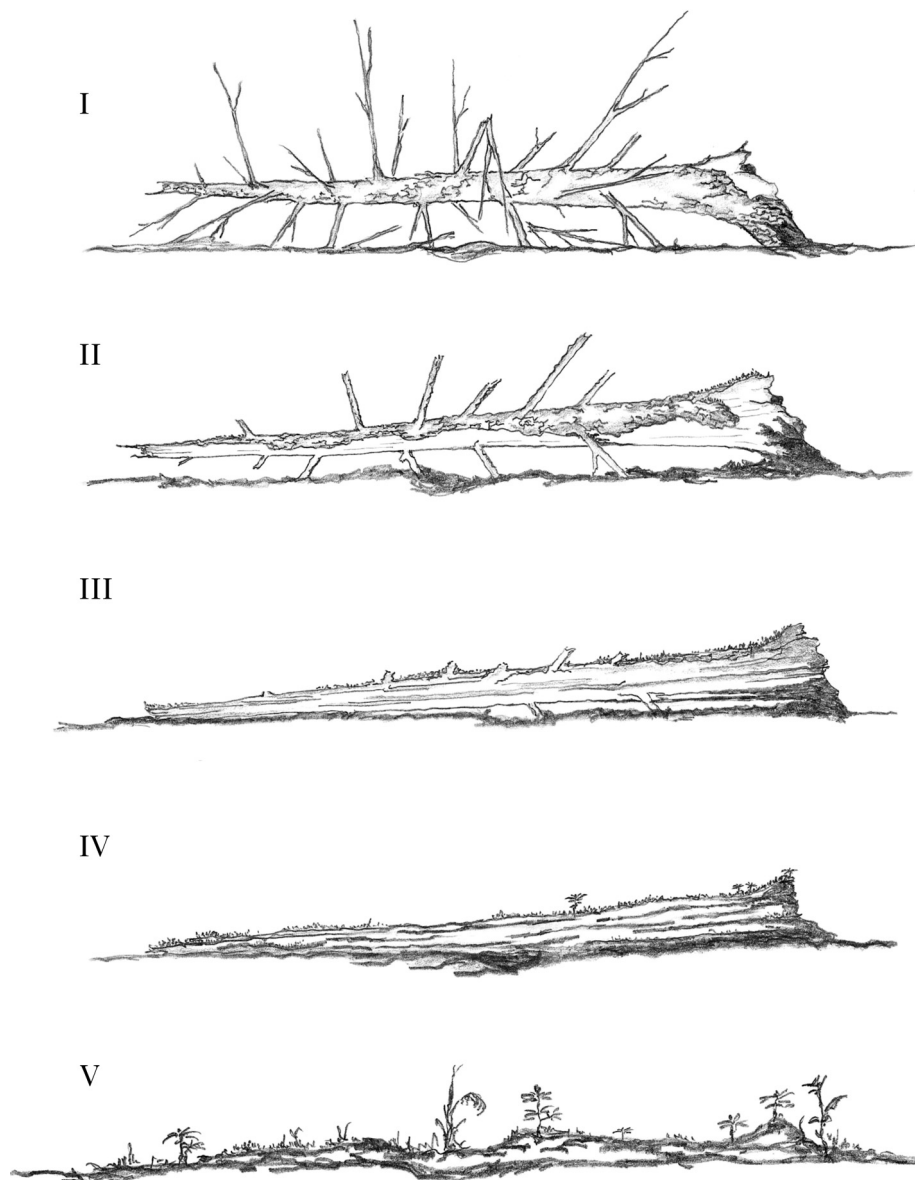
Prace pomiarowe w uroczysku Wapienny Las przeprowadzono w 2014 roku. W obiekcie założono 20 powierzchni kołowych o wielkości 4 arów. Połowę z nich zlokalizowano na wypłaszczeniu w dolinie rzeki w zbiorowiskach z dominacją olszy, pozostałe na stokach lub wzniesieniach, w wydzieleniach głównie z dominacją buka, rzadziej dębu lub sosny. Na każdej dokonano pomiaru drzewostanu oraz martwego drewna znajdującego się w granicach powierzchni próbnej. O zaklasyfikowaniu drzew stojących, złomów i pniaków do pomiaru decydował środek podstawy pnia. Jeśli os pnia była w odległości mniejszej lub równej promieniowi powierzchni próbnej, wtedy martwe drewno uwzględniano w pomiarach. Jeśli jeden lub oba końce leżaniny nie mieściły się w granicach koła wyznaczającego powierzchnię, za ich koniec przyjmowano punkt przecięcia granicy powierzchni próbnej z osią podłużną leżaniny. Fragmenty, których nawet niewielka część znajdowała się w granicach koła pomiarowego, mierzono w części leżącej na powierzchni kołowej. Żywym i stojącym całym martwym drzewom (o pierśnicy minimum 7 cm) mierzono pierśnicę i wysokość (h). Złomom ($h \geq 1,3$ m) określano wysokość, pierśnicę i średnicę w połowie wysokości. Pniaki ($h < 1,3$ m) uwzględniano w pomiarach, gdy ich średnica przy gruncie wynosiła minimum 10 cm (pomiar wysokości i średnicy w połowie wysokości). Drewno leżące o średnicy od 7 cm mierzono na końcach odcinków lub w miejscu przecięcia z granicą powierzchni. Zasady pomiaru uwzględniały spłaszczenie martwego drewna w wyniku dekompozycji zgodnie z opisem przedstawionym w pracy Bujoczka [2015]. Stopień rozkładu określano w skali pięciostopniowej (ryc. 1). Pokrycie powierzchni martwego drewna przez roślinność oszacowywano wzrokowo.

Miąższość całych drzew żywych, jak i martwych odczytano z tablic drzew stojących [Czuraj 1998]. Dla gatunków nieujętych w tablicach przyjęto wartości podawane dla buka. Dla złomów zastosowano wzór Hubera, dla leżaniny wzór Smaliana [Grochowski 1973]. Testy statystyczne wykonano w programie Statistica 10. Porównano miąższości wyszczególnionych typów martwego drewna (analiza wariancji) oraz ilość martwego drewna z powierzchni próbnych zlokalizowanych na podmokłym obniżeniu terenu z ilością drewna na pozostałym obszarze uroczyska (test t-Studenta). Ze względu na brak rozkładu normalnego zmienne zależne transformowano pierwiastkiem kwadratowym. Dla przedstawienia struktury grubościowej leżaniny zastosowano uproszczenie, przyrównując drewno do stożka ściętego. Znając wymiary na końcach odcinków, wyliczono na zasadach proporcji udział miąższości poszczególnych sekcji. Podejście takie zastosowano do 22% fragmentów zinwentaryzowanej leżaniny, gdyż wymiary pozostałych mieściły się w granicach jednej sekcji. Przyjęto następujące klasy wymiarowe: 7-14,9 cm; 15-24,9 cm; 25-34,9 cm; 35-44,9 cm i 45-54,9 cm.

Wyniki

Miąższość martwego drewna w Wapiennym Lesie wynosiła średnio $26,9 \text{ m}^3/\text{ha}$, co stanowiło 7,0% zasobności drzewostanu ($384 \text{ m}^3/\text{ha}$). Na wypłaszczeniu, w części uroczyska zajmowanego przez olszyny, było to $36,6 \text{ m}^3/\text{ha}$, na stokach i wzniesieniach $17,2 \text{ m}^3/\text{ha}$. Ze względu na dużą zmienność miąższości na powierzchniach próbnych nie była to różnica istotna statystycznie ($t=1,54$; $p=0,14$). W uroczysku było istotnie więcej leżaniny ($17,3 \text{ m}^3/\text{ha}$) niż pozostałych typów martwego drewna ($F=10,56$; $p<0,001$) (ryc. 2).

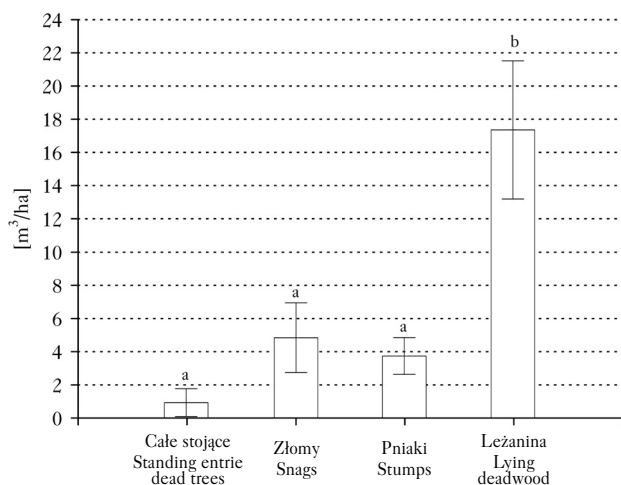
Stojące całe drzewa były nieliczne, średnio 5 szt./ha, a ich pierśnice nie przekraczały 26 cm. Złomów zarejestrowano 19 szt./ha i miały one wysokość od 1,5 do 16 m. Przeanalizowano je



Ryc. 1.

Klasyfikacja rozkładu martwego drewna
 Characteristics of different decay stages of deadwood

w dwóch przedziałach wysokości, które wyodrębniły się w trakcie pomiarów (ryc. 3). Mediana pomierzonych pierśnic złomów o wysokości do 3,5 m (6 szt./ha) wynosiła 16 cm, złomów powyżej 6 m wysokości – 25 cm (13 szt./ha). Nie stwierdzono złomów w przedziale wysokości 3,5-6 m. Pniaków występowało średnio 104 szt./ha. Mediana pomierzonych średnic w połowie wysokości wynosiła 30 cm, zarówno dla niskich pniaków, o wysokości do 0,5 m (85 szt./ha), jak i wyższych, o wysokości od 0,55 do 1,1 m (19 szt./ha) (ryc. 3).



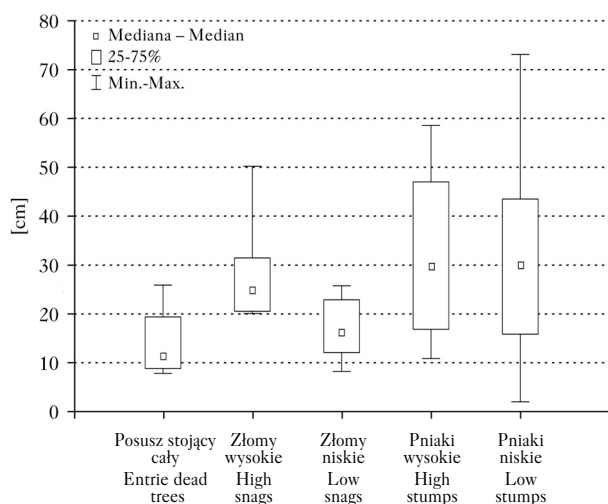
Ryc. 2.

Miąższość poszczególnych typów martwego drewna – średnia (słupek) i błąd standardowy (wąsy)

Volume of various types of the deadwood – mean (bar) and standard error (whiskers)

Te same litery oznaczają wartości nieróżniące się statystycznie (test Tukeya, $p < 0,05$)

The same letters indicate that the volume not differs significantly (Tukey test, $p < 0,05$)



Ryc. 3.

Pierśnice poszusz i złomów oraz średnice pniaków w połowie ich wysokości

Breast height diameter of dead trees and snags as well as stump diameter at half of their height

złomy wysokie – wysokość: 6-16 m; złomy niskie – wysokość: 1,5-3,5 m; pniaki wysokie – wysokość: 0,55-1,1 m; pniaki niskie – wysokość: <0,55 m

high snags – height: 6-16 m; low snags – height: 1.5-3.5 m; high stumps – height: 0.55-1.1 m; low stumps – height: <0.55 m

Wśród drewna leżącego zinventaryzowano fragmenty o średnicy do 48 cm. Zdecydowanie dominowało jednak drewno nieprzekraczające 35 cm średnicy, na które przypadało 96% ogólnej miąższości leżaniny. W miąższości najwyższy udział (38,4%) miała leżanina o wymiarach 15-24,9 cm. Drewno najcieńsze, o średnicy do 15 cm, stanowiło 29,8%, ale pod względem liczby fragmentów było najliczniejsze – średnio 199 szt./ha. Wraz ze wzrostem średnicy spadała liczba fragmentów drewna reprezentujących kolejne klasy grubości (tab.).

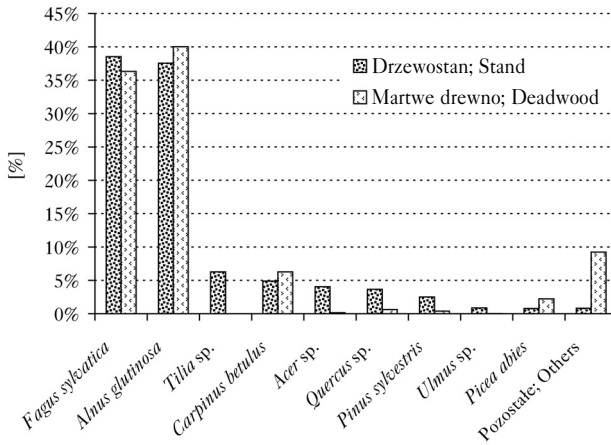
Na zasobność drzewostanu i martwego drewna składało się kilkanaście gatunków drzew i krzewów. Zarówno w drzewostanie, jak i martwym drewnie dominowały olsza czarna oraz buk (ryc. 4). W miąższości martwego drewna udział grabu wynosił 6,3%, czeremchy 3,4%, świerka 2,2%, brzozy 1,2% i czereśni 1,1%. Pozostałe gatunki: dąb, wiąz, sosna, klon, głóg, bez czarny, leszczyna i szalkak miały udziały od 0,1 do 1,0%. Nie odnotowano obecnych w drzewostanie lipy, modrzewia, jesionu, jarzębiny i gruszy. Do gatunku nie oznaczono 6,5% miąższości szczątków drzew.

Zinventaryzowane drewno reprezentowało wszystkie stopnie dekompozycji (ryc. 5). Najwięcej stwierdzono drewna średnio rozłożonego – 31,3% w III stopniu rozkładu, 24,4% w II stop-

Tabela.

Charakterystyka leżaniny według miąższości oraz liczby fragmentów
Quantity and volume of lying deadwood

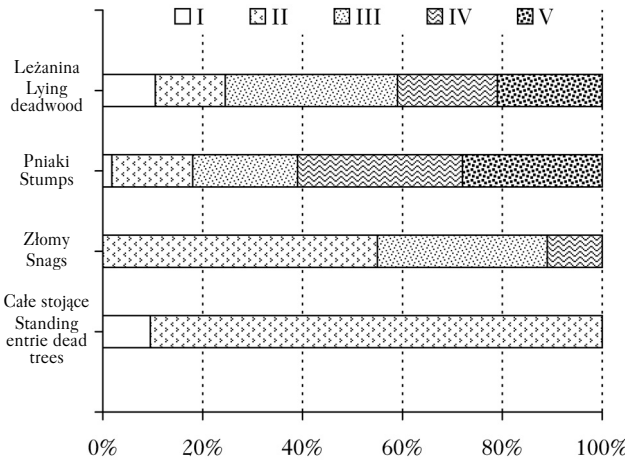
Klasy grubości Size classes [cm]	Miąższość Volume [m ³ /ha]	Liczba fragmentów Number of pieces [N/ha]
7-14,9	5,2	199
15-24,9	6,6	80
25-34,9	4,8	18
35-44,9	0,5	5
45-54,9	0,2	1



Ryc. 4.

Udział gatunków w zasobności drzewostanu i martwego drewna
Share of species in volume of stand and of deadwood

Pozostałe (drzewostan), others (stand): *Betula pendula*, *Prunus padus*, *Pyrus communis*, *Sorbus aucuparia*, *Fraxinus excelsior*, *Larix decidua*
Pozostałe (martwe drewno), others (deadwood): *Betula pendula*, *Prunus padus*, *Prunus avium*, *Sambucus nigra*, *Crataegus* sp., *Corylus avellana*, *Rhamnus cathartica*, drewno nieoznaczone, unidentified wood



Ryc. 5.

Udział drewna o różnym stopniu rozkładu w ogólnej miąższości różnych typów martwego drewna
Share of decay classes in total volume of various types of the deadwood

niu i 19,7% w IV stopniu. Najbardziej rozłożonych szczątków (V stopień) było 17,4%, natomiast świeżego martwego drewna (I stopień) – 7,2%. Martwe drewno w formie stojącej najczęściej pozostawało w początkowych fazach rozkładu. Większość całych drzew stojących było w II stopniu dekompozycji, natomiast złomy głównie w II i III. Pniaki występowały we wszystkich stadiach rozkładu, głównie jednak jako średnio lub mocno rozłożone (III-V stopień). Znikomy

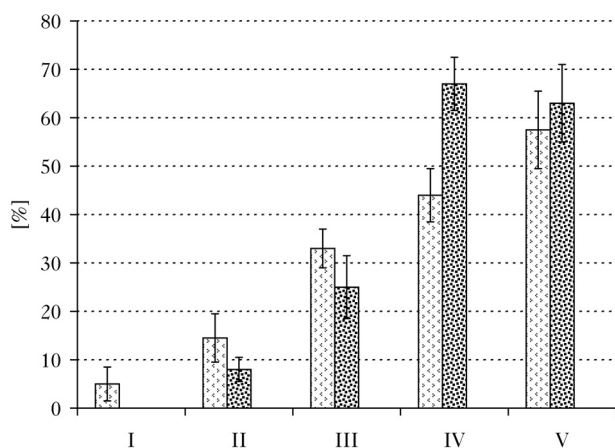
udział miały pniaki świeże. Podobnie zróżnicowany był rozkład drewna leżącego. Najwięcej, bo 35% leżaniny, było w III stopniu rozkładu. Na drewno w zaawansowanym rozkładzie (IV i V stopień) przypadało około 40% ogólnej miąższości leżaniny.

Roślinnością porastającą martwe drewno były głównie mchy. Ich obecność zależała od stopnia rozkładu podłoża, na którym rosły (ryc. 6). W przypadku całych drzew i złomów jedynie u podstawy odnotowano minimalne pokrycie mchami. Natomiast w przypadku pniaków i leżaniny mchy występowały dość licznie, w pojedynczych przypadkach całkowicie pokrywając ich powierzchnię. Wraz z postępującym rozkładem leżaniny średnie pokrycie roślinnością rosło od 5 do 58%. W przypadku pniaków wynosiło od zera do 65% w IV i 63% w V stopniu dekompozycji drewna.

Dyskusja

Uroczysko Wapienny Las jest cennym przyrodniczo obiektem, z występującymi rzadkimi gatunkami, fakultatywnie lub obligatoryjnie związanymi z martwym drewnem [Rusińska i in. 2010; Plewa, Jaworski 2011; Bujoczek 2012; Kudławiec i in. 2014]. Miąższość obumarłych drzew na terenie uroczyska jest około pięciokrotnie wyższa niż średnia wartość podawana dla zagospodarowanych lasów Polski [Wielkoobszarowa... 2014]. Z czynników wymienianych w innych pracach jako mające wpływ na wyższą miąższość martwego drewna zalegającego w lasach podaje się trudne warunki terenowe [Czerepko 2008]. One też, oprócz decyzji gospodarczych nadleśnictwa, mają istotny wpływ na ilość drewna zalegającego w Wapiennym Lesie, gdyż teren ten w wielu miejscach jest silnie podmokły i trudno dostępny. Tworzenie takich enklaw jest szczególnie istotne w lasach gospodarczych, co zauważono w dotychczasowych badaniach. Müller i Bütler [2010], analizując wartości progowe konieczne dla egzystencji organizmów związanych z martwym drewnem, wskazują, że ważniejsze jest pozostawianie w wybranych drzewostanach wyższej ilości martwego drewna (20-50 m³/ha) aniżeli utrzymywanie podobnych, ale niskich miąższości na dużych obszarach leśnych.

Na problem zanikania biotopów odpowiednich dla gatunków saproksylicznych, nawet mimo zapewnienia dużej ilości martwego drewna, zwracają uwagę Hilszczański i in. [2011], argumentując, że podstawowym czynnikiem jest jakość martwego drewna, warunkująca występowanie wyspecjalizowanych gatunków. Czynnikiem kształtujących zróżnicowanie martwego drewna jest wiele. Sposób, w jaki drzewo po swojej śmierci zostaje zasiedlone przez grzyby, rośliny i zwierzęta, w dużej mierze zależy od postaci, w jakiej pozostaje. Postać ta wynika najczęściej z przyczyn za-



Ryc. 6.

Pokrycie roślinnością powierzchni leżaniny (jasne) i pniaków (ciemne) o różnym stopniu rozkładu (I-V) – średnie (słupki) i błąd standardowy (wąsy)

Vegetation cover of the lying deadwood (light) and stumps (dark) of various decay stages (I-V) – mean (bar) and standard error (whiskers)

marcia, którymi mogą być czynniki biotyczne, takie jak owady czy infekcje grzybowe, jak i czynniki abiotyczne, które silnie modyfikują proporcje pomiędzy leżaniną a stojącymi martwymi drzewami [Faliński 1978; Kupferschmid i in. 2003]. Stojące formy – najbardziej przydatne dla niektórych owadów oraz dla ptaków – w Wapiennym Lesie stanowiły $\frac{1}{5}$ zinventaryzowanego martwego drewna. Takie proporcje między leżaniną a drewnem stojącym wynikają między innymi z dużego udziału drzew liściastych w badanych drzewostanach. Gatunki iglaste (np. świerk) w przeciwieństwie do liściastych mogą po zamarcu zostawać w postaci stojącej nawet przez kilkadziesiąt lat, stanowiąc często przeważającą część miąższości martwego drewna [Holeksa i in. 2008; Bujoczek i in. 2015]. Bogaty skład gatunkowy drzewostanu uroczyska przekłada się jednocześnie na różnorodność gatunkową martwego drewna, stwarzając możliwości bytowania większej liczbie organizmów o wąskiej specjalizacji pokarmowej i środowiskowej. Korzystnie na kształtowanie bioróżnorodności wpływa także obecność drewna o różnym stopniu dekompozycji. Potwierdziły to badania mikrosukcesji entomofauny uwzględniające zmienność próchniejącego drewna [Kuś, Kuś 2004] wynikającą z zachodzących w nim procesów fizykochemicznych [Harmon i in. 2000; Bütler i in. 2007]. Proces rozkładu modyfikuje warunki wilgotnościowe. Zmiany zachodzące w butwiejącym substracie powodują udostępnienie jego powierzchni roślinom, których sukcesja w Wapiennym Lesie była zależna do stopnia rozkładu drewna.

Drewno cieńsze, w postaci pozostawianych gałęzi, wydzielających się podrostów i cienkich drzew, nie tylko dominuje w lasach gospodarczych, ale w niektórych obiektach stanowi jedyne źródło tego substratu [Fridman, Walheim 2000; Wolski 2003]. Różnice w warunkach, jakie oferuje organizmom je zamieszkującym drewno o małych i dużych średnicach, są diametralne. Grubsze fragmenty odznaczają się bardziej stabilnymi warunkami, m.in. wilgotnościowymi i termicznymi. Dlatego też struktura grubościowa martwego drewna jest również wskazywana jako istotna dla występowania wielu organizmów [Stachura-Skierczyńska, Bobiec 2008]. W Wapiennym Lesie około $\frac{1}{4}$ zinventaryzowanej leżaniny to drewno o wymiarach powyżej 25 cm średnicy. Pokazuje to, jak duży potencjał tkwi w tym niewielkim fragmencie lasu. Obecność tak zróżnicowanego martwego drewna decyduje nie tylko o bioróżnorodności uroczyska, ale rzutuje także na tereny sąsiadujące. Z perspektywy możliwości migracji gatunków z takich enklaw ważne jest, aby przechodziły one płynnie w sąsiednie środowiska, a nie stanowiły odseparowanej wyspy.

Wnioski

- ✦ Na stosunkowo niewielkim obszarze może występować duże zróżnicowanie martwego drewna pod względem jego stopnia dekompozycji, typów, składu gatunkowego i wymiarów. Stwarza to możliwości bytowania większej liczbie organizmów o wąskiej specjalizacji pokarmowej i środowiskowej.
- ✦ Tworzenie enklaw na wybranych obszarach lasów gospodarczych może być ważnym działaniem zwiększającym dostępność nisz dla organizmów saproksylicznych. Szczególnie warto to rozważyć w miejscach mniej dostępnych, gdzie ze względu na warunki terenowe prowadzenie gospodarki jest utrudnione.

Literatura

- Banaś J., Bujoczek L., Zięba S., Drozd M. 2014. The effects of different types of management, functions, and characteristics of stands in Polish forests on the amount of coarse woody debris. *European Journal of Forest Research* 133: 1095-1107.
- Bochynek A., Drozdowicz A. 2011. Martwe drewno jako mikrosiedlisko słuźowców w wybranych zbiorowiskach leśnych w polskich Karpatach. *Roczniki Bieszczadzkie* 19: 165-179.
- Bujoczek M. 2012. Wstępne rozpoznanie awifauny wybranych fragmentów Nadleśnictwa Polanów. *Różnorodność biologiczna Leśnego Kompleksu Promocyjnego Lasy Śródkowopomorskie* 4: 47-50.

- Bujoczek L. 2015. Problematyka pomiarów oraz określania miąższości martwego drewna na kołowych powierzchniach próbnych. Sylwan 159 (10): 795-803.
- Bujoczek L., Bujoczek M., Banaś J., Zięba S. 2015. Spruce regeneration on woody microsites in a subalpine forest in the western Carpathians. *Silva Fennica* 49 (3): article 1337.
- Bujoczek L., Zięba S., Banaś J. 2016. Ocena zasobów martwego drewna w lasach gospodarczych z uwzględnieniem typów siedliskowych lasu oraz bonitacji gatunku panującego. Sylwan 160 (4): 320-327.
- Bütler R., Patty L., Le Bayon R. C., Guenat C., Schlaepfer R. 2007. Log decay of *Picea abies* in the Swiss Jura Mountains of central Europe. *Forest Ecology and Management* 242: 791-799.
- Czerepko J. [red.] 2008. Stan różnorodności biologicznej lasów w Polsce na podstawie powierzchni obserwacyjnych monitoringu. Synteza wyników uzyskanych w ramach realizacji projektu BioSoil Forest Biodiversity. IBL, Sękocin Stary.
- Czuraj M. 1998. Tablice miąższości kłód odziomkowych i drzew stojących. PWRiL, Warszawa.
- Dobrowolska D. 2006. Dynamika luk w drzewostanach mieszanych rezerwatu Jata. *Leś. Pr. Bad.* 4: 61-75.
- Faliński J. B. 1978. Uprooted trees, their distribution and influence in the primeval forest biotope. *Vegetatio* 38: 175-183.
- Figarski T., Buchholz L., Szczygielski M. 2014. Struktura zasobów drewna martwych drzew w Świętokrzyskim Parku Narodowym i jego znaczenie dla zachowania populacji wybranych gatunków chrząszczy saproksylobiontycznych. *Studia i Materiały CEPL* 41: 258-272.
- Fridman J., Walheim M. 2000. Amount, structure, and dynamics of dead wood on managed forestland in Sweden. *Forest Ecology and Management* 131 (1): 23-36.
- Grochowski J. 1973. Dendrometria. PWRiL, Warszawa.
- Gutowski J. M. 2006. Saproksyliczne chrząszcze. *Kosmos. Problemy Nauk Biologicznych* 55: 53-73.
- Gutowski J. M., Bobiec A., Pawlacyk P., Zub K. 2004. Drugie życie drzewa. WWF Polska.
- Harmon M. E., Krankina O. N., Sexton J. 2000. Decomposition vectors: a new approach to estimating woody detritus decomposition dynamics. *Canadian Journal of Forest Research* 30: 76-84.
- Hilszczański J., Jaworski T., Plewa R. 2011. Dlaczego owady saproksyliczne „znikają” z naszych lasów, czyli o wyższości jakości martwego drewna nad jego ilością. *Studia i Materiały CEPL* 27: 200-206.
- Holeksa J. 1998. Rozpad drzewostanu i odnowienie świerka a struktura i dynamika karpackiego boru górnoeregłowego. *Monographiae Botanicae* 82.
- Holeksa J., Zielonka T., Żywiec M. 2008. Modeling the decay of coarse woody debris in a subalpine Norway spruce forest of the West Carpathians, Poland. *Canadian Journal of Forest Research* 38: 415-428.
- Instrukcja ochrony lasu. 2012. CILP, Warszawa.
- Jaworski A., Podlaski R. 2007. Structure and dynamics of selected stands of primeval character in the Pieniny National Park. *Dendrobiology* 58: 25-42.
- Kacprzyk M., Bednarz B., Kuźnik E. 2014. Dead trees in beech stand of the Bieszczady National Park: quantitative and qualitative structure of associated macrofungi. *Applied Ecology and Environmental Research* 12 (2): 325-344.
- Karczmariski J. 2007. Budowa, struktura i dynamika górnoeregłowych borów świerkowych o charakterze pierwotnym w dolinach Pańszczycy i Stawów Gąsienicowych (Tatrzański Park Narodowy) w okresie kontrolnym 1991-2002. Sylwan 151 (11): 41-59.
- Karczmariski J., Bąk M. 2010. Skład gatunkowy, budowa i struktura oraz kierunki przemian drzewostanu z udziałem świerka w przygrzbietowej części rezerwatu Madohora w Beskidzie Małym. *Leś. Pr. Bad.* 71 (4): 369-380.
- Karczmariski J., Zygarowicz J. 2007. Budowa, struktura i dynamika naturalnych górnoeregłowych borów świerkowych w dolinie Rybiego Potoku (Tatrzański Park Narodowy) w okresie kontrolnym 1990-2001. Sylwan 151 (12): 3-20.
- Kudławiec B., Wanic T., Piątek G. 2014. Saprofityczne grzyby nadrewnne uroczyska Wapienny Las w Nadleśnictwie Polanów – badania wstępne. *Studia i Materiały CEPL* 41: 186-201.
- Kupferschmid Albisetti A. D., Brang P., Schönenberger W., Bugmann H. 2003. Decay of *Picea abies* snag stands on steep mountain slopes. *The Forestry Chronicle* 79 (2): 247-252.
- Kuś J., Kuś D. 2004. Entomofauna rozkładającego się drewna świerka, buka i brzozy na terenie Karkonoskiego Parku Narodowego. *Opera Corcontica* 41: 269-280.
- Müller J., Bütler R. 2010. A review of habitat thresholds for dead wood: a baseline for management recommendations in European forests. *European Journal of Forest Research* 129 (6): 981-992.
- Orzewska A., Depa Ł. 2014. Rola rozkładającego się drewna i zasiedlających go mrówek w migracji roślin runa leśnego. *Studia i Materiały CEPL* 41: 364-370.
- Pawicka K., Woźniowa B. 2011. Bilans martwego drewna w rezerwacie „Polesie Konstantynowskie”. Sylwan 155 (12): 851-858.
- Piątek G. 2012. Leśne zbiorowiska roślinne projektowanego rezerwatu przyrody Wapienny Las (Leśny Kompleks Promocyjny Lasy Środkowopomorskie). *Różnorodność biologiczna Leśnego Kompleksu Promocyjnego Lasy Środkowopomorskie* 4: 27-38.
- Plewa R., Jaworski T. 2011. Chrząszcze (*Insecta: Coleoptera*) Leśnego Kompleksu Promocyjnego Lasy Warcińsko-Polanowskie na przykładzie Nadleśnictwa Polanów. *Różnorodność biologiczna Leśnego Kompleksu Promocyjnego Lasy Warcińsko-Polanowskie* 3: 41-57.

- Rusińska A., Górski P., Stebel A., Rosadziński S., Staniaszek-Kik M., Wilhelm M., Wolski G. J., Fudali E., Gos K., Gos L. 2010. Mszaki źródlisk wapiennych koło Drzewian na Wysoczyźnie Polanowskiej. *Różnorodność biologiczna Leśnego Kompleksu Promocyjnego Lasy Warcińsko-Polanowskie* 2: 7-14.
- Skubała P., Maślak M. 2009. Niewidoczny świat mikrostawonogów (*Acari, Collembola*) w martwym drewnie świerkowym w Babiogórskim Parku Narodowym. *Sylwan* 153 (5): 346-353.
- Stachura-Skierczyńska K., Bobiec A. 2008. Raport – Stare drzewa i martwe drewno w polskich lasach. OTOP, Warszawa.
- Walankiewicz W., Czeszczewik D., Mitrus C., Bida E. 2002. Znaczenie martwych drzew dla zespołu dzięciołów w lasach liściastych Puszczy Białowieskiej. *Notatki Ornitologiczne* 43: 61-71.
- Wanic T., Harasim P., Leszko J. 2012. Gleby projektowanego rezerwatu Wapienny Las w Nadleśnictwie Polanów. *Różnorodność biologiczna Leśnego Kompleksu Promocyjnego Lasy Środkowopomorskie* 4: 39-46.
- Wielkoobszarowa inwentaryzacja stanu lasu. 2014. Wyniki za okres 2009-2013. Biuro Urządzenia Lasu i Geodezji Leśnej. Sękocin Stary.
- Wierzoń M., Fojcik B. 2014. Martwe drewno jako ostoja różnorodności mszaków w lesie gospodarczym. *Studia i Materiały CEPL* 41: 212-222.
- Wojewoda W., Ławrynów M. 2006. Red list of the macrofungi in Poland. W: Mirek Z., Zarzycki K., Wojewoda W., Szeląg Z. [red.]. *Red list of plants and fungi in Poland*. W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków. 53-70.
- Wolski J. 2003. Martwe drzewo w lesie: ocena zapasu i propozycje postępowania. *Prace Instytutu Badawczego Leśnictwa* A (2): 23-45.